

Sistem Monitoring Keamanan Berbasis IoT untuk Deteksi Intrusi di *Greenhouse*

Adi Dadan Ramdana^{*)}, Willy Muhammad Fauzi, Syafari Suryo Pranoto, Fajar Yudha N, Andi Saputra

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Mayasari Bakti, Tasikmalaya

Jalan Tamansari Blok Rahayu I, RT.004 / RW.004, Sukahurip, Tamansari, Tasikmalaya

email: adidadanr@mail.com, willymuhammadfauzi30@mail.com

Abstract — *Greenhouse security presents a significant challenge in modern agriculture, primarily due to the threats posed by theft, vandalism, and wildlife intrusion, which can lead to substantial losses. Traditional security systems, such as physical barriers and manual surveillance, are often limited in their effectiveness, requiring continuous manpower and not always responding to threats in real time. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based Security Monitoring System that can efficiently and cost-effectively detect intrusions in greenhouses. The research adopts an experimental approach, utilizing PIR (Passive Infrared) sensors and ESP32 modules for wireless communication. The system is designed to transmit real-time data to a server, with outputs that can be monitored via a web dashboard and notifications sent directly to users through the Telegram application. The study involves stages of system design, hardware and software development, as well as system testing using the Black Box method to ensure all functionalities operate optimally. The results indicate that this system can accurately detect intrusions, provide rapid notifications, and facilitate remote monitoring with ease. The system proves to be effective in enhancing greenhouse security, offering an affordable and easily implementable solution. Ultimately, this research delivers an innovative and reliable solution for greenhouse security, while also contributing to the broader application of IoT technology in the agricultural sector.*

Abstrak — Keamanan greenhouse menjadi tantangan signifikan dalam industri pertanian modern, terutama karena ancaman pencurian, vandalisme, dan gangguan hewan liar yang dapat mengakibatkan kerugian besar. Sistem keamanan tradisional seperti pagar fisik dan pengawasan manual sering kali terbatas efektivitasnya, memerlukan tenaga kerja berkelanjutan, dan tidak selalu responsif terhadap ancaman secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Sistem Monitoring Keamanan Berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mendeteksi intrusi di greenhouse secara efisien dan ekonomis. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan eksperimen dengan menggunakan sensor PIR (Passive Infrared) dan modul ESP32 untuk komunikasi nirkabel. Sistem ini dirancang untuk mengirimkan data secara real-time ke server, dengan output yang dapat dipantau melalui dashboard web serta aplikasi Telegram yang mengirimkan notifikasi langsung kepada pengguna. Penelitian ini melibatkan tahapan perancangan sistem, pengembangan perangkat keras dan lunak, serta pengujian sistem dengan metode Black Box untuk memastikan seluruh fungsi berjalan optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi intrusi dengan tingkat akurasi tinggi, memberikan notifikasi secara cepat, serta memungkinkan pemantauan jarak jauh dengan mudah. Sistem ini efektif dalam meningkatkan keamanan greenhouse dengan biaya yang terjangkau dan mudah diimplementasikan. Penelitian ini berhasil memberikan solusi inovatif yang dapat diandalkan untuk keamanan greenhouse, sekaligus berkontribusi dalam penerapan teknologi IoT yang lebih luas dalam sektor pertanian.

Kata Kunci – Keamanan Greenhouse; Internet of Things; Sensor Gerak PIR; Sistem Monitoring Keamanan; Deteksi Intrusi.

I. PENDAHULUAN

Rumah kaca atau yang biasa kita juga mengenalnya sebagai *greenhouse*, adalah bangunan yang dirancang untuk menumbuhkan tanaman dalam kondisi yang terkendali dan memungkinkan kondisi pertumbuhan yang optimal dan peningkatan hasil pertanian sambil mengurangi biaya produksi [1][2]. Dalam *greenhouse*, kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, pencahayaan, dan ventilasi dapat diatur untuk memberikan kondisi pertumbuhan tanaman yang ideal dan kondisi ruang tertutup ini penting untuk perkembangannya sepanjang tahun [1][3] terlepas dari kondisi cuaca ekstrem [4]. Dalam pertanian modern, penggunaan *greenhouse* sangat penting karena memungkinkan produksi tanaman sepanjang tahun, meningkatkan hasil panen, dan melindungi tanaman dari penyakit dan hama [3]. Lingkungan yang terkontrol di dalam rumah kaca mengoptimalkan kondisi untuk pertumbuhan tanaman, yang mengarah pada peningkatan kualitas sayuran, penyerapan nutrisi [5] dan meningkatkan produksi [6], serta pemantauan lahan berbasis teknologi IoT bisa di pantau dimana saja dan kapanpun asalkan terkoneksi internet [7].

Namun tentunya terdapat juga masalah keamanan yang dihadapi oleh pengelola *greenhouse*, misalnya seperti pencurian, *vandalisme*, atau gangguan hewan liar adalah gangguan yang sering terjadi pada *greenhouse*. Dalam perkebunan, tanaman, peralatan, dan hasil panen dapat menjadi sasaran intrusi, yang dapat menyebabkan kerugian besar dan mengganggu operasional. Sistem keamanan tradisional yang banyak digunakan saat ini, seperti pagar fisik atau pengawasan manual, memiliki keterbatasan dalam mendeteksi dan merespon intrusi secara efektif. Pengawasan manual membutuhkan tenaga kerja yang terus-menerus dan tidak selalu dapat diandalkan. Selain itu, tindakan intrusi sering kali terjadi di luar jam kerja atau di lokasi yang tidak terpantau, sehingga respons terhadap insiden sering terlambat.

Dalam era digital dan teknologi yang semakin maju, penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi yang lebih efisien dan efektif untuk mengatasi masalah ini. IoT memungkinkan integrasi berbagai sensor dan perangkat untuk memantau kondisi lingkungan dan aktivitas di dalam *greenhouse* secara *real-time*. Dengan memanfaatkan sensor gerak, kamera, dan modul komunikasi nirkabel, sistem keamanan berbasis IoT dapat mendeteksi intrusi secara cepat

dan akurat serta memberikan peringatan dini kepada pengelola *greenhouse*. Keamanan *greenhouse* telah berkembang seiring dengan kemajuan teknologi, menggabungkan berbagai sistem inovatif untuk memastikan perlindungan dan pemantauan. Misalnya sistem pengenalan wajah untuk kontrol akses pintu [8], terdapat juga metode seperti pengenalan gerakan dengan memverifikasi target yang bergerak dan menggunakan kamera untuk menangkap atau mendeteksi penyusup [9].

Penelitian yang dilakukan ini sangat relevan dalam konteks pertanian modern yang semakin bergantung pada teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Pengembangan sistem monitoring keamanan berbasis IoT untuk deteksi intrusi di *greenhouse* tidak hanya akan memberikan solusi praktis untuk masalah keamanan, tetapi juga berkontribusi pada literatur akademik tentang aplikasi IoT dalam sektor pertanian. Selain itu, sistem ini dapat diadaptasi untuk berbagai jenis *greenhouse*, baik yang berskala kecil maupun besar, sehingga manfaatnya dapat dirasakan oleh banyak petani dan pengelola *greenhouse* di berbagai daerah.

Meskipun teknologi IoT menawarkan banyak kelebihan, implementasinya dalam sistem keamanan *greenhouse* juga menghadapi beberapa tantangan. Tantangan utama termasuk ketersediaan dan biaya peralatan [9], [10], kemudahan instalasi dan penggunaan, serta keandalan sistem dalam berbagai kondisi lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem yang tidak hanya efektif dalam mendeteksi intrusi, tetapi juga ekonomis dan mudah diimplementasikan.

Penelitian ini akan fokus pada penggunaan sensor gerak PIR (*Passive Infrared*), modul ESP32 untuk komunikasi nirkabel, dan platform website untuk pemantauan *real-time* dan notifikasi akan dikirimkan melalui aplikasi Telegram. Sensor gerak PIR dipilih karena harganya yang terjangkau dan kemampuannya untuk mendeteksi pergerakan manusia atau hewan. Modul ESP32 dipilih karena fleksibilitasnya dalam komunikasi nirkabel dan kemudahan pemrograman dengan Arduino IDE.

*) **penulis korespondensi:** Adi Dadan Ramdana
Email: adidadanr@gmail.com

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Terdapat penelitian dari (Deivaprasath.A et al., 2023) dimana sistem kontrol rumah kaca menggunakan ESP-WROOM 32 Wi-Fi Microcontroller dan terdiri dari sensor suhu dan kelembaban, sensor kelembaban tanah, sensor PIR dan sensor

gas MQ untuk memantau dan Bulb Pijar, blower udara dan pompa air untuk menjaga kondisi lingkungan [11], sementara (Mohabuth & Nem, 2023) menyajikan model otomatisasi menggunakan mikrokontroler, sensor, kipas, pompa, dan teknologi routing jaringan [10], (Rokade & Goraya, 2023) dikendalikan dari jarak jauh dan kontrol dapat mengatur CO₂, suhu, kelembaban tanah, kelembaban, dan cahaya [12]. Begitu juga dengan penelitian (Anwar et al., 2022) dimana peningkatan keamanan pintu dengan menggunakan

pengenalan wajah termasuk pengambilan gambar, pengenalan wajah, dan akses pintu otomatis.

Dari *literature review* penelitian sebelumnya, diperoleh perbedaan dan menjadi kebaharuan dari penelitian yang diusulkan, yaitu Perangkat sensor menggunakan Hc-Sr501 PIR Motion Sensor Module, notifikasi peringatan dalam bentuk suara dari objek yang terdeteksi akan dikirimkan melalui Sfb-55 Alarm Buzzer Active 220v dan Data intrusi secara real time dikirimkan melalui aplikasi Telegram dan Web.

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian Eksperimen dengan pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengembangkan dan menguji sistem monitoring keamanan berbasis IoT di *greenhouse*, pendekatan kuantitatif dalam penelitian ini dimana data yang diperoleh dari sensor dan sistem monitoring akan dianalisis secara statistik untuk mendapatkan hasil yang objektif dan terukur, adapun tahapan mulai dari perencanaan hingga evaluasi sistem dan pelaporan, berikut adalah tahapan dan proses penelitian yang disusun secara detail dalam Gbr. 1 dibawah ini :



Gbr. 1 Tahapan Penelitian

A. Perencanaan Penelitian

Kegiatan perencanaan penelitian dilakukan meliputi identifikasi kebutuhan yang diperlukan di *greenhouse* melalui wawancara dan pengumpulan data [13], studi literatur terkait teknologi IoT, sensor PIR, modul ESP32, dan platform IoT untuk notifikasi informasi [14]. Penyusunan rencana proyek yang mencakup tujuan, jadwal, anggaran, dan sumber daya. Berikut kebutuhan part yang akan digunakan dalam sistem keamanan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel I.

TABEL I
KEBUTUHAN PART

Nama Part	Jumlah
Alarm Buzzer Active 220 V	1
Real time clock	1
PIR Motion Sensor	1
Relay, Bracket, Jumper	1
Breadboard	1
NodeMCU	1
Terminal Listrik	1
Adaptor, Kabel, Steker	1

Untuk memaksimalkan efektifitas monitoring sistem keamanan, dirancang sistem informasi yang dikirimkan secara real-time, melalui platform :

1) Aplikasi Telegram

Informasi objek yang terdeteksi oleh sensor, secara real-time akan dikirimkan ke Aplikasi Telegram.

2) Web Monitoring

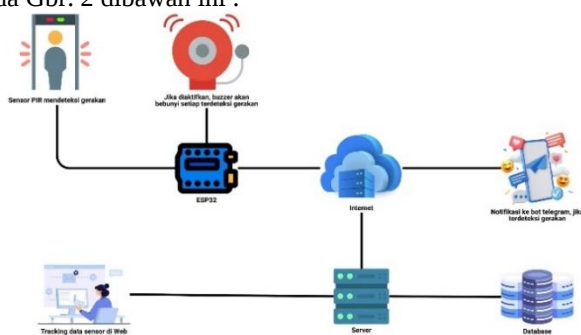
Objek yang terdeteksi oleh sensor dikirimkan juga ke Web Server, sehingga aplikasi monitoring berbasis web dapat menampilkan secara real-time dan histori juga dapat ditampilkan supaya data tersebut dapat dianalisa.

B. Desain Sistem

Untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsional dan non-fungsional maka dibuat desain yang meliputi :

1) Desain Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem dibuat untuk membantu mengelola kompleksitas sistem dengan memberikan kerangka kerja yang mendukung komunikasi dan koordinasi antar elemen, serta mengoptimalkan aspek kualitas, desain yang dibuat seperti pada Gbr. 2 dibawah ini :

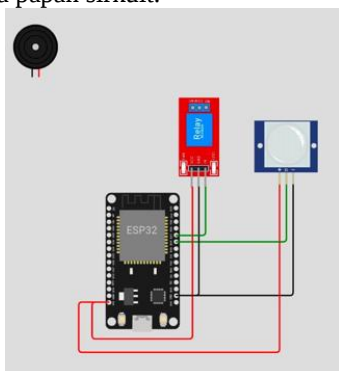


Gbr. 2 Desain Arsitektur Sistem

Dari Gbr. 2, Sistem keamanan akan melakukan deteksi gerakan pada sensor PIR yang dipasang di *greenhouse* dan akan mengirimkan sinyal untuk diproses, dan menghasilkan informasi yang akan dikirim ke perangkat NodeMCU untuk mengaktifkan alarm/buzzer dan mengirimkan data ke web server untuk dicatat pada database dan notifikasi dikirimkan ke aplikasi telegram.

2) Desain Skematik dan Layout PCB

Pada Gbr. 3 di bawah ini desain skematik dan tata letak PCB yang dihasilkan setelah tahap perancangan selesai, menggambarkan bagaimana komponen akan dipasang dan terhubung pada papan sirkuit.

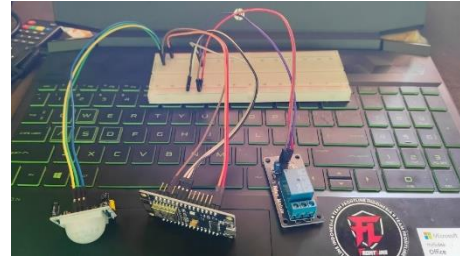


Gbr. 3 Desain Skematik dan Layout PCB

C. Pengembangan Sistem

Pengembangan dilaksanakan berdasarkan desain sistem yang sudah dibuat sebelumnya, yaitu perakitan hardware dan

merangkai semua part menjadi 1 kesatuan, seperti pada Gbr. 4 berikut.



Gbr. 4 Rangkaian sistem keamanan berbasis IoT

Aplikasi Web monitoring dibuat menggunakan PHP dengan framework Laravel, web monitoring dapat ini diakses oleh user yang sudah terdaftar melalui fungsi registrasi, web dapat diakses pada browser apapun, dimanapun karena sudah di hosting di IP publik. Fungsi monitoring tidak hanya melalui web namun dikirimkan secara real-time ke aplikasi telegram di handphone berbasis Android.

D. Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan melalui 2 tahapan, yaitu pada saat semua part sudah terangkai menjadi 1 kesatuan dan pengujian secara keseluruhan setelah perangkat box sensor dan sistem monitoring terintegrasi dengan metode *Black Box*. Evaluasi secara langsung terhadap fungsi dan fitur dengan tujuan memperbaiki kesalahan atau bugs yang ditemukan, dan diuji kembali untuk memastikan perbaikan dapat berfungsi.

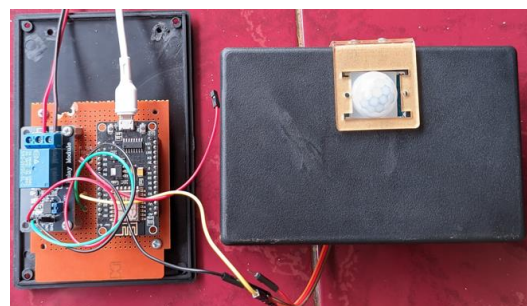
E. Pelaporan

Menyusun laporan penelitian yang mencakup seluruh tahapan dan hasil penelitian, juga penyusunan artikel ilmiah untuk dikirim ke jurnal.

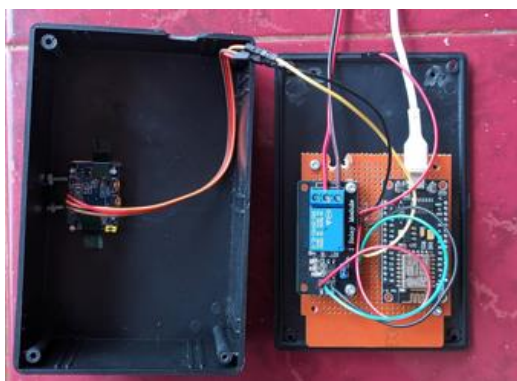
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi

Tahap implementasi dilakukan setelah pengujian rangkaian secara keseluruhan berhasil, setiap part dimasukkan ke dalam box monitoring supaya setiap part terlindungi dan aman seperti terlihat pada Gbr. 5 dan Gbr. 6 berikut ini.



Gbr. 5 Box sensor monitoring keamanan



Gbr. 6 Box sensor monitoring keamanan

Perangkat keamanan yang sudah terlindungi dalam box, selanjutnya dipasang di area *greenhouse* tepatnya di pintu masuk untuk mendeteksi setiap objek yang akan masuk ke dalam *greenhouse*. Pemasangan terlihat pada Gbr. 7 di bawah ini.



Gbr. 7 Pemasangan perangkat kewanaman di *greenhouse*

Sensor PIR bekerja dengan mendeteksi perubahan radiasi inframerah yang disebabkan oleh gerakan tubuh manusia atau hewan, data dari sensor kemudian dikirimkan ke mikrokontroler, secara bersamaan akan memicu fungsi relay bekerja dan menghidupkan buzzer.

Data juga kemudian dikirimkan melalui WiFi yang terhubung internet ke server dan tersimpan pada database yang dapat dilihat melalui aplikasi web seperti pada Gbr. 8, secara real-time juga notifikasi dikirimkan melalui aplikasi telegram sesuai nomor yang sudah ditentukan.

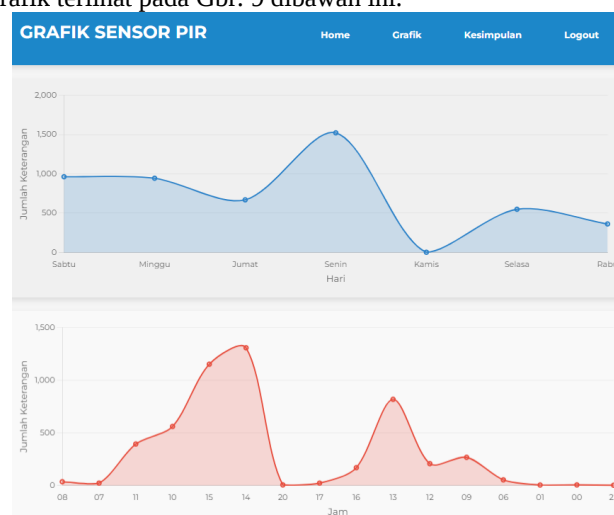
Aplikasi web memudahkan dalam pemantauan *greenhouse* karena dapat diakses dimana saja dengan perangkat yang terhubung ke internet, buzzer yang berbunyi juga menyampaikan informasi adanya objek yang memasuki lokasi *greenhouse*.

NO	TANGGAL	HARI	WAKTU	NILAI SENSOR	KETERANGAN
1	2024-08-21	Rabu	16:16:53	1	Terdeteksi
2	2024-08-21	Rabu	16:15:55	1	Terdeteksi
3	2024-08-21	Rabu	16:12:06	1	Terdeteksi
4	2024-08-21	Rabu	16:08:00	1	Terdeteksi
5	2024-08-21	Rabu	16:07:46	1	Terdeteksi
6	2024-08-21	Rabu	16:05:14	1	Terdeteksi

Gbr. 8 Dashboard web monitoring

Gambar diatas dapat diakses setelah user yang terdaftar berhasil login, dashboard web monitoring terbuka dan tampil data dari sensor yang mencakup informasi tanggal, hari, waktu, nilai sensor = 1 (1 objek terdeteksi).

Untuk memudahkan analisa data sensor PIR, informasi diolah juga dalam bentuk grafik, tampilan ini memudahkan pemantauan baik dalam data harian maupun data setiap jam, grafik terlihat pada Gbr. 9 dibawah ini.



Gbr. 9 Grafik sensor web monitoring

Setiap data dari objek yang memasuki *greenhouse* disimpan dalam database, dan pemantauan secara keseluruhan diketahui dari rangkuman, yang berisi total data yang tercatat, jam dengan notifikasi terbanyak, hari dengan notifikasi terbanyak dan notifikasi terbanyak di hari tertentu, hasil rangkuman dapat terlihat di Gbr. 10 berikut ini.

Kesimpulan Data	
Total data yang tercatat	5011
Jam dengan Notifikasi terbanyak	Jam 14 Sebanyak 1308 kali
Hari dengan Notifikasi terbanyak	Hari Senin Sebanyak 360 kali
Notifikasi terbanyak di hari Senin	Jam 14 Sebanyak 360 kali pada tanggal 2024-08-12

Gbr. 10 Rangkuman sensor web monitoring

Notifikasi yang dikirimkan real-time ke telegram berisi informasi gerakan yang terdeteksi oleh sensor, seperti pada Gbr. 11 di bawah ini.



Gbr. 11 Notifikasi Sensor dikirimkan ke Aplikasi Telegram

B. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan keseluruhan fungsi dan fitur pada sistem monitoring keamanan dapat berjalan sesuai harapan, langkah pengujian dilakukan dengan metode *Black Box* , hasil pengujian pada tabel II. Berikut ini.

TABEL II
HASIL PENGUJIAN SENSOR PIR

Pengujian	Harapan	Keterangan
Sensor PIR mengirim data ke Mikrokontroler	Objek dapat terdeteksi	Berhasil
Mikrokontroler menghidupkan relay buzzer	Buzzer berbunyi	Berhasil
Mikrokontroler terhubung ke WiFi	Koneksi dengan WiFi	Berhasil
Data Sensor terkirim ke Server	Data tersimpan di database	Berhasil
Aplikasi monitoring dapat diakses	Web tampil di browser	Berhasil
Registrasi User	User baru terdaftar diaplikasi	Berhasil
Login	User masuk aplikasi	Berhasil
Menu dapat diakses	Terbuka menu sesuai pilihan	Berhasil
Dashboard web monitoring	Informasi terlihat	Berhasil
Dashboard web monitoring	Informasi terlihat	Berhasil
Rangkuman sensor web monitoring	Informasi terlihat	Berhasil
Notifikasi Objek dari Sensor	Terkirim ke Aplikasi Telegram	Berhasil

V.KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan Sistem Monitoring Keamanan Berbasis IoT untuk deteksi intrusi di *greenhouse* yang memanfaatkan sensor PIR dan modul ESP32. Sistem ini mampu mendeteksi gerakan secara akurat, mengirimkan notifikasi real-time ke aplikasi Telegram, dan menyediakan

data monitoring melalui web dashboard. Implementasi sistem berhasil diuji menggunakan metode *Black Box*, dengan hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur, seperti deteksi objek, aktivasi alarm, dan pengiriman data, berfungsi dengan baik. Penggunaan teknologi IoT dalam sistem ini memberikan solusi yang efektif dan ekonomis untuk mengatasi masalah keamanan di *greenhouse*, sekaligus berkontribusi pada peningkatan teknologi pertanian.

Untuk penelitian berikutnya, disarankan untuk mengintegrasikan lebih banyak sensor, seperti sensor kelembaban dan suhu, untuk meningkatkan kemampuan monitoring lingkungan di dalam *greenhouse*. Mengembangkan sistem kecerdasan buatan (AI) yang dapat menganalisis pola intrusi dan memberikan prediksi untuk tindakan pencegahan lebih lanjut. Melakukan pengujian dalam skala besar dan pada kondisi lingkungan yang lebih bervariasi untuk memastikan keandalan sistem di berbagai situasi dan lokasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Mayasari Bakti yang telah memberikan kesempatan penelitian melalui dana hibah internal kampus. Hasil penelitian dan produk yang dihasilkan diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada petani untuk mitigasi risiko yang akan terjadi dan mengganggu *greenhouse*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Ahirwar and R. N. Mahia, "An Evaluation of Techniques for Controlling and Monitoring Greenhouse," in *2023 International Conference for Advancement in Technology (ICONAT)*, 2023, pp. 1–8. doi: 10.1109/ICONAT57137.2023.10080566.

[2] Dr. R. L. Biradar, "Greenhouse Monitoring and Controlling for Cultivation of Plant," *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 11, no. 7, pp. 766–771, 2023, doi: 10.22214/ijraset.2023.54652.

[3] X. Li, X. Hu, S. Song, and D. Sun, *Greenhouse Management for Better Vegetable Quality, Higher Nutrient Use Efficiency, and Healthier Soil*, vol. 8, no. 12, 2022. doi: 10.3390/horticulturae8121192.

[4] K. Nemali, "History of Controlled Environment Horticulture: Greenhouses," in *HortScience*, American Society for Horticultural Science, Feb. 2022, pp. 239–246. doi: 10.21273/HORTSCI16160-21.

[5] N. M. Ally, H. Neetoo, V. M. Ranghoo-Sanmukhiya, and T. A. Coutinho, "Greenhouse-Grown Tomatoes: Microbial Diseases and Their Control Methods: a Review," *International Journal of Phytopathology*, vol. 12, no. 1, pp. 99–127, 2023, doi: 10.33687/phytopath.012.01.4273.

[6] C. Reddy, "Automation of Greenhouse Using Iot," *Interantional Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, vol. 06, no. 05, pp. 1–5, 2022, doi: 10.55041/ijsem13820.

[7] A. Patriana, W. M. Fauzi, P. Studi, T. Mekatronika, S. Tinggi, and T. Ybs, "Optimalisasi Penggunaan Sensor Pada Sistem Penyiraman Tanaman Kangkung Menggunakan Metode WSN," vol. 9, no. 1, pp. 35–41, 2024.

[8] S. Anwar et al., "Automatic Security System Architecture for Smart Greenhouse Using Face Recognition Approach," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, Feb. 2022. doi: 10.1088/1755-1315/980/1/012058.

[9] A. F. Suhaimi et al., "IoT Based Smart Agriculture Monitoring, Automation and Intrusion Detection System," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, Jul. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1962/1/012016.

[10] A. Q. Mohabuth and D. Nem, "An IoT-Based Model for Monitoring Plant Growth in Greenhouses," *Journal of Information Systems and Informatics*, vol. 5, no. 2, pp. 536–549, May 2023, doi: 10.51519/journalisi.v5i2.489.

[11] Deivaprasath.A, Arvind.D, Sanjay.M, Sunil Kumar.M, and Muruganandham.J, "Greenhouse Monitoring and Control Using Iot," *International Journal of Engineering Technology and Management Sciences*, vol. 7, no. 2, pp. 9–14, 2023, doi: 10.46647/ijetms.2023.v07i02.002.

- [12] A. Rokade and D.-M. Goraya, "Smart Farming System Based on IoT for Precision Controlled Greenhouse Management," 2023, pp. 435–443. doi: 10.1007/978-981-19-7346-8_37.
- [13] N. M. ISSA, H. SASAKI, W. J. YAHYA, A. M. ITHNIN, and T. KOGA, "A proposition of a latent needs identifying method based on an experiment of working prototype-based interview," *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, vol. 16, no. 5, pp.

- JAMDSM0056–JAMDSM0056, 2022, doi: 10.1299/jamdsm.2022jamdsm0056.
- [14] E. Manullang and S. Rumere, "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR PIR DAN ESP32-CAM," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 12, no. 1 SE-Articles, Jul. 2024, doi: 10.58839/jti.v12i1.1359.